

論文の内容の要旨

論文題目	Routing schemes for survivable and energy-efficient networks (耐障害性でエネルギー効率の高いネットワークのためのルーティング方式)
学 位 申 請 者	Ruchaneeya Leepila (ラッチャニーヤ リーピラ)

本論文は、光通信ネットワークにおいて、信頼性の高い光パスを経済的に確保するために複数の独立経路を選択する手法と、ネットワークの消費エネルギーを低減するルーティング方式についての研究成果をまとめている。

近年のインターネット基盤の普及と情報伝送量の増大に伴い、インターネット会議やビデオストリーミング、大容量データ転送などの、高消費電力を必要とする通信形態が増大している、このような場合、ネットワーク障害発生時におけるデータの損失とそれに伴う収益の減少は膨大なものとなる。そこで、耐久性の高いネットワークを実現することが重要となる。併せて、ネットワークのエネルギー消費を少なくするための手法も不可欠となる。

本論文では、ネットワークの耐障害性とエネルギー効率を高めるためのルーティング方式を提案し、その有用性を線形計画法もしくは発見的アルゴリズムを用いた数値解析により定量的に評価することを目的としている。具体的には、マルチコストネットワークと呼ばれるネットワークモデルを採用することでネットワークの耐障害性を確保する手法を提案し、ネットワークの消費するエネルギーを節約するためのトラフィック分散技術を用いたルーティング方式を提案し、これらの方式の有効性を評価する。

まず第1章では、光通信技術による近年の情報通信ネットワークの規模及び伝送情報量の増大に対処するための、ネットワークの耐障害性及びエネルギー効率改善の重要性について言及している。これを踏まえて本論文で提示されている数値解析手法の意義及び目的、本論文の各章の構成を述べている。

ネットワークの耐障害性を確保するための2本目の経路選択に際して、その経路は他の経路と共有したリンクの予備リソースを使用するために、1本目の経路

が使用するリンクのコストと、2本目の経路が使用するリンクのコストが異なる場合を考慮する必要がある。このようなネットワークモデルをマルチコストネットワークと呼び、第2章では、マルチコスト光ネットワークにおける耐障害性を高めるために、経済的に複数の独立経路を選択する際に従来手法と比較して少ない計算時間でそれを可能とする方式を提案し、その性能を評価している。

第3章においては、高信頼性で障害が生じない部分経路を共有する独立経路を選択する場合に、独立経路数を2より大きく選べるアルゴリズムを提案し、従来手法と比較してより多くの計算時間を要する一方、経路選択のコストがより低下することを明らかにしている。

第4章では、決められた転送時間において一定量のデータセットをネットワークを介して転送する際のエネルギーを最小にするようなルーティング方式を提案し、現実のネットワークに対応するような数種類のネットワーク規模のモデルに対して、消費エネルギーを低減できることを明らかにしている。さらに第5章においては、トラフィック分散技術を用いたルーティング方式を導入することによって、スリープモードのないネットワークにおける非分散ルーティングに対する有用性を検証している。

第6章においては、ネットワークの耐障害性と高エネルギー効率を両立するための、部分帯域パスプロテクションを導入し、ネットワーク障害からの速やかな復旧とネットワークコストの低減と遮断確率の低減を可能とするルーティング手法を提案し、従来手法と比較して電力消費の低減が可能なことを明らかにしている。

第7章は、本研究で得られた研究成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

学位申請者氏名 LEEPILA RUCHANEYYA

審査委員主査 來住 直人

委員 大木 英司

委員 山尾 泰

委員 松浦 基晴

委員 ※安藤 清

近年のインターネット基盤の普及と情報伝送量の増大に伴い、高消費電力を必要とする通信形態の種類が増大しており、ネットワーク障害発生時におけるデータの損失とそれに伴う収益の減少は膨大なものとなる。そこで、耐久性の高いネットワークを実現することが重要となる。併せて、ネットワークのエネルギー消費を少なくするための手法が必須となる。

本論文においては、ネットワークの信頼性とエネルギー効率を高めるためのルーティング方式の提案と、線形計画法もしくは発見的アルゴリズムを用いた数値解析を用いてその有用性を定量的に評価するための手法についての研究成果をまとめている。

第1章は序論であり、光通信技術による近年の情報通信ネットワークの規模及び伝送情報量の増大に対処するための、ネットワークの耐障害性及びエネルギー効率改善の重要性について論じている。併せて、本研究の位置付けを行うと共に論文の構成を述べている。

第2章では、ネットワークの耐障害性を確保するための2本目の経路選択に際して、その経路は他の経路と共有したリンクの予備リソースを使用するために、1本目の経路が使用するリンクのコストと、2本目の経路使用するリンクのコストが異なる場合を考慮するためのネットワークモデルであるマルチコストネットワークを導入している。マルチコスト光ネットワークにおける耐障害性を高めるために、従来手法と比較して少ない計算時間で経済的に複数の独立経路を選択することを可能とする方式を提案し、その性能を評価・検証している。

第3章では、高信頼性で障害が生じない部分経路が存在する場合に、そのような経路を共有する複数の独立経路を選択する際に、2個を超える独立経路を選択することが可能なアルゴリズムを提案し、従来手法と比較してより多くの計算時間を要する一方、経路選択のコストがより低下することを明らかにしている。

第4章においては、決められた転送時間において一定量のデータセットをネットワークを介して転送する際のエネルギーを最小にするようなルーティング方式を提案し、現実のネットワークに対応する数種類のネットワーク規模のモデルに対して、消費エネルギーを低減できることを明らかにしている。

第5章においては、トラフィック分散技術を用いたルーティング方式を導入することによって、スリープモードのないネットワークにおける非分散ルーティングに対する本方式の有用性を検証している。

第6章においては、ネットワークの耐障害性と高エネルギー効率を両立させるために効果的な部分帯域パスプロテクションを導入し、ネットワーク障害からの速やかな復旧と、ネットワークコストとネットワーク遮断確率を共に低減することが可能なルーティング手法を提案し、従来手法と比較して電力消費の低減が可能なことを明らかにしている。

第9章は結論であり、本論文の研究成果を総括している。

以上要するに、本論文においては、次世代の光ファイバ通信ネットワークにおいて必須である、ネットワークの耐障害性と高エネルギー効率を備えたルーティング方式を考案し、従来手法と比較して耐障害性を高められ、かつ電力消費の低減が可能なことを数値解析により多角的に明らかにしており、その意義は工学的に見て大きい。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと認める。